

20.08.2003  
02321-03 He/nm/dn

**Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH**  
**88161 Lindenberg/Allgäu**

---

**Federelement**

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht. Ein derartiges Federelement ist beispielsweise aus der WO 94/22702 bekannt.

Derartige im allgemeinen als Sekundärfederelemente dienende Federelemente sind in zahlreichen unterschiedlichen Ausführungsformen bekannt. Es ist bekannt, die Federbeinhöhe und damit die Fahrzeughöhe zu regeln, wobei zwischen Wagenkasten und Drehgestell angeordnete Höhensensoren verwendet werden, mittels derer über einen Regelkreis die gewünschte Fahrzeughöhe eingestellt wird. Derartige Sensoren unterliegen zum einen einer erheblichen Verschmutzung und sind zum anderen derart angeordnet, daß deren Wechsel das Zerlegen oder zum mindesten den Ausbau des Federbeins bedingen. Vorbekannten Höhensensoren haftet zudem der Nachteil an, daß bei einem Radverschleißausgleich eine Neujustierung der Sensoreinstellung erfolgen muß.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Federelement der eingangs genannten Art bereitzustellen, das bedienungs- und wartungsfreundlich ist und keiner nennenswerten Verschmutzung unterliegt.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Federelement der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß das hydropneumatische Federbein ein hydraulisches Höhenregulierventil oder einen mit einem Regelkreis in Verbindung stehenden oder verbindbaren Höhensor und einen mit einem Regelkreis in Verbindung stehenden oder verbindbaren Höhensor umfaßt, mittels derer die Position des Kolbens in dem Zylinder regelbar bzw. erfassbar ist. Erfindungsgemäß ist der Höhensor bzw. das Höhenregulierventil im Federbein integriert, was beispielsweise dadurch möglich ist, daß der Höhensor oder das Höhenregulierventil in dem Zylinderkopf des Federbeins eingesteckt und dort verschraubt ist. Bei geeigneter Positionierung des Höhensors oder des Höhenregulierventils läßt sich ein problemloser Austausch oder Wartung erzielen, ohne daß das Federbein selbst demoniert oder ausgebaut werden müßte. Aufgrund der Erfassung der Kolbenposition ist es nicht erforderlich, den Höhensor nachzustellen, wenn der Radverschleiß ausgeglichen wird.

Das Höhenregulierventil und der Höhensor können eine mechanische Rückführung aufweisen, die ausschließlich oder auch im Einstellbereich des Federbeins ein von der Position des Kolbens abhängiges Signal abgibt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die mechanische Rückführung ausschließlich im Einstellbereich des Federbeins ein von der Position des Kolbens abhängiges Signal abgibt, während die Position der mechanischen Rückführung oberhalb und unterhalb des Einstellbereichs konstant ist. Befindet sich das Federbein außerhalb des Einstellbereichs, wird nur festgestellt, ob sich das Federbein oberhalb oder unterhalb des Einstellbereichs befindet. Mittels dieser Information kann die Regelung das Federbein in den Einstellbereich stellen und die Fahrzeughöhe ausregeln. Durch diese einfache Art der mechanischen Signalverstärkung ist es zum einen möglich, einen Sensor mit sehr kurzem Hub zu verwenden, zum

anderen kann die mechanische Rückführung so angebracht werden, daß sie leicht wechselbar ist. Durch den kurzen Meßweg reduziert sich zudem die Baugröße des Sensors bzw. des Höhenreguliventils erheblich.

In bevorzugter Ausgestaltung ist der Hub der mechanischen Rückführung proportional zur Position des Kolbens im Einstellbereich.

Der Kolben kann einen zumindest abschnittsweise konisch ausgeführten Ansatz aufweisen, wobei die mechanische Rückführung des Höhenreguliventils bzw. des Höhensors mit der Oberfläche des Ansatzes zumindest in dem konischen Bereich in Berührung steht und eine von der Position des Ansatzes abhängige Auslenkung erfährt.

In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß im Zylinderkopf eine sich in Längsrichtung des Zylinders erstreckende Bohrung angeordnet ist und daß die mechanische Rückführung des Höhenreguliventils oder des Höhensors in einer sich dazu senkrecht erstreckenden Bohrung des Zylinderkopfes befindet.

Ferner kann eine Notfeder vorgesehen sein, die in das Federbein derart integriert ist, daß die Baulänge des Federbeins durch die Notfeder nicht vergrößert wird. Durch diese Ausführungsform wird ein Federelement bereitgestellt, das bei minimalem Platzbedarf ein Maximum an Funktionen zur Verfügung stellt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Notfeder und das Federbein konzentrisch angeordnet sind und die Notfeder den Zylinder des Federbeins umgibt. Hierdurch steht für die Notfeder ein relativ langer Einbauraum mit einem großen Durchmesser zur Verfügung, der es ermöglicht, ein Federelement (Gummi-, Schrauben- oder Tellerfeder) mit sehr weicher Kennlinie unterzubringen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Notfeder vorgespannt werden kann, z.B. auf Fahrzeugleergewicht. Bei dieser Ausführungsform ist die Notfeder zudem frei von Querkräften und Querbewegungen.

Wie oben ausgeführt, kann die Notfeder vorgespannt sein, beispielsweise auf Fahrzeugleergewicht oder einen Teil des Fahrzeugleergewichtes oder auch auf maximales Fahrzeuggewicht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Notfeder mittels eines mechanischen Endanschlages oder mittels eines Hydraulikzylinders vorgespannt ist. Der Endanschlag kann beispielsweise durch einen Stoßel oder Ring gebildet werden, der sich an dem Zylinder des Federbeins abstützt und der relativ zu dem Zylinder bewegbar ist. Dabei kann über den Reibungswiderstand zwischen Zylinder und Endanschlag auf die Dämpfungscharakteristik im Notfederbetrieb Einfluß genommen werden.

Bei der Vorspannung mittels Hydraulikzylinder ergibt sich die Möglichkeit, die Notfeder je nach Bedarf vorzuspannen. Beispielsweise kann die Notfeder im normalen Betriebsfall per Hydraulikdruck auf maximales Fahrzeuggewicht vorgespannt werden. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, das Fahrzeug im Normalbetrieb unter die Notfederhöhe abzusenken, was in bestimmten Anwendungsfällen erwünscht ist. Fällt der Hydraulikdruck im Fehlerfall ab, wird die Feder aufgrund des Druckabfalls im Hydraulikzylinder abgesenkt und steht für den Notbetrieb zur Verfügung.

Wenn der Hydraulikzylinder mit dem Kolbenraum des Zylinders des Federbeins in Verbindung steht, wird bei einem Druckabfall im Kolbenraum des Zylinders des Federbeins automatisch auch der Druck im Hydraulikzylinder der Notfeder gesenkt, wodurch die Notfeder freigeschaltet wird. Dabei ist sicherzustellen, daß bei minimaler Betriebslast (Betriebsdruck) die Notfeder noch komplett vorgespannt ist, was über eine geeignete Wahl der Kolbenfläche des Hydraulikzylinders der Notfeder geschehen kann.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn zum Zwecke des Radverschleißausgleiches eine mit dem Federbein in Reihe angeordnete Verstelleinheit vorgesehen ist, die in

Bewegungsrichtung des Federbeins höhenverstellbar ist und auf der sich der Kolben oder der Zylinder des Federbeins abstützt. Hierdurch kann die Gesamthöhe des Federelementes sowie des Fahrzeuges auf einfache Weise verstellt werden.

Die Verstelleinheit kann einen in einem Hydraulikzylinder geführten Kolben umfassen, der in Längsrichtung des Federbeins höhenverstellbar ist und auf dem sich der Kolben oder der Zylinder des Federbeins abstützt. Somit wird ein separater Kolbenraum zur Höhennachstellung verwendet. Ein Radverschleißausgleich durch mechanische Mittel, wie z.B. das Beilegen von Distanzscheiben, oder das Ausfahren des Dämpfungskolbens des Federbeins sind bei dieser Lösung nicht erforderlich. Die erfindungsgemäße Anordnung stellt zudem sicher, daß mit dem Nachstellen der Federbeinlänge automatisch eine Einstellung der Notfederhöhe und des Höhensensors erfolgt, so daß eine Nachstellung nicht erforderlich ist.

Die Verstellung mittels Hydraulikzylinder kann manuell (z.B. mittels Handpumpe) oder automatisch mittels eines Regelkreises erfolgen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ein Ausgleichspendel vorgesehen, der mit seinem einen Endbereich mit dem Kolben des Federbeins und mit seinem anderen Endbereich mit dem Kolben des Hydraulikzylinders in Verbindung steht, wobei die Endbereiche des Ausgleichspendels sphärisch ausgebildet sind, so daß eine Bewegung des Federbeins quer zur Bewegungsrichtung des Kolbens möglich ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeugs, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht. Die Gesamthöhe des Fahrzeuges kann auf einfache Weise dadurch verändert werden, daß eine mit dem Federbein in Reihe angeordnete

Verstelleinheit vorgesehen ist, die in Bewegungsrichtung des Kolbens des Federbeins höhenverstellbar ist und auf der sich der Kolben oder der Zylinder des Federbeins mittelbar oder unmittelbar abstützt.

Vorzugsweise ist die Verstelleinheit als Hydraulikeinheit ausgeführt.

Die Anordnung eines derartigen Verstellelementes weist den Vorteil auf, daß mit dem Nachstellen der Länge des Federelementes zum Zwecke des Radverschleißausgleiches sich auch die Einstellung der Notfederhöhe sowie des Höhensensors bzw. Höhenregulierventils mitändert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Federelement nach Anspruch 1 und/oder nach dem kennzeichnenden Teil eines der Ansprüche 2 bis 13 ausgeführt ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht. Gemäß dieser Ausgestaltung der Erfindung ist ein weiteres Federelement vorgesehen, das mit dem hydropneumatischen Federbein in Reihe geschaltet ist und das unabhängig von der Position des Kolbens des Federbeins in Eingriff steht. Im Normalbetrieb wird die Dämpfung zwischen Drehgestell und Wagenkasten von dem hydropneumatischen Federbein sowie von dem weiteren Federelement übernommen.

Das weitere Federelement kann als Schrauben- oder Gummifeder ausgeführt sein. Grundsätzlich kommt jedes Standardfederelement in Frage.

Die Reihenschaltung des HP-Federbeins mit einem weiteren Federelement weist folgende Vorteile auf: Die Querverschiebbarkeit der Federbeinenden zueinander ist durch das weitere Federelement gegeben. Eine aufwendige Pendelstütze wie bei anderen Lösungen kann entfallen. Die Quersteifigkeit des Federbeins kann durch die geeignete Wahl des weiteren Federelementes in weiten Bereichen beeinflußt werden. Die erfindungsgemäße Anordnung ist einfach aufgebaut, solide, fehlerunanfällig und kostengünstig.

Desweiteren erfordert die Lösung nicht zwingend eine Notfeder, da das in Reihe geschaltete Federelement als Notfeder dient, wenn das HP-Federbein, beispielsweise infolge eines Leitungsbruchs nicht mehr arbeitet und keine Dämpfungswirkung mehr entfaltet.

Durch die Reihenschaltung kann die HP-Feder bei gleichem Fahrkomfort mit einer höheren Federrate ausgeführt werden, was zur Folge hat, daß das an das Federbein angeschlossene Druckspeichervolumen, insbesondere Stickstoffspeichervolumen, wesentlich kleiner gewählt werden kann. Ferner reduzieren sich durch die Reihenschaltung die Federwege der HP-Feder, da ein Teil des benötigten Federweges von dem weiteren Federelement übernommen wird. Dies führt dazu, daß das HP-Federsystem wesentlich weniger Ölvolume beinhaltet, wodurch das Reservoirvolumen des Hydroaggregates ebenfalls wesentlich kleiner gewählt werden kann. Schließlich können durch diese Anordnung geringere Bauhöhen als bei herkömmlichen Federbeinen realisiert werden.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist ein Anschlagelement vorgesehen, das in Richtung der Bewegung des Kolbens im Zylinder längsverschieblich ausgeführt ist und mittels dessen die Endposition des Kolbens im Zylinder veränderbar ist. Auf diese Weise läßt sich auf einfache Weise, z.B. mittels Handpumpe oder automatisch, die Gesamthöhe des Fahrzeuges verändern. Ferner ist ein vollautomatischer Radverschleißausgleich möglich. Die Notfeder und die HP-Feder werden gleichzeitig nachgestellt.

Das Anschlagelement kann in dem zu dem Kolbenraum gerichteten Endbereich des Kolbens vorgesehen sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein weiterer Kolbenraum vorgesehen ist, der mit dem Anschlagelement in dessen vom Kolbenraum des Zylinders des Federbeins abgewandten Endbereich in Verbindung steht und in dem ein Druckfluid aufgenommen ist oder aufnehmbar ist.

Das Anschlagelement kann wenigstens teilweise in einer Ausnehmung des Kolbens des Federbeins aufgenommen sein.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist bei Ausfall des Hydraulikdruckes der weitere Kolbenraum mit einem Hydraulikfluid enthaltenden Druckspeicher verbindbar. Dabei kann der Speicher ein kompressibles Gasvolumen enthalten. Es ergibt sich somit eine hydraulisch vorgespannte Notfeder in Form eines kompressiblen Gasvolumens (Stickstofffeder). Auch bei dieser Lösung ist es möglich, das Fahrzeug im normalen Betrieb unter die Notfederhöhe absenken zu können. Im Notfederbetrieb wird der weitere Kolbenraum mit unter Druck stehendem Hydraulikmedium gefüllt, wodurch der Endanschlag im Kolbenraum des Federbeins ausgefahren und gehalten wird. Die federnde Wirkung ergibt sich durch das weitere Federelement. Eine Rückströmung des im weiteren Kolbenraum befindlichen Hydraulikmediums in den Druckspeicher wird durch ein Rückschlagventil verhindert.

Es können druckgesteuerte Ventile vorgesehen sein, die den Speicher mit dem weiteren Kolbenraum verbinden, wenn der Hydraulikdruck des Federbeins einen vorgegebenen Wert unterschreitet. Diese Ventile werden im Normalbetrieb durch den Hydraulikdruck des Federbeins in einer Schließstellung gehalten, was zur Folge hat, daß der weitere Kolbenraum mit dem Druckspeicher nicht in Verbindung steht. Fällt jedoch der Druck im Hydrauliksystem des Federbeins, erfolgt aufgrund

der Vorspannung der Ventile eine Freigabe des Druckspeichers, wodurch der weitere Kolbenraum mit Hydraulikmedium gefüllt wird.

Die vorliegenden Erfindung betrifft ferner ein Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht. Ein besonders einfacher Radverschleißausgleich wird dadurch erzielt, daß ein Anschlagelement vorgesehen ist, das in Richtung der Kolbenbewegung längsverschieblich ausgeführt ist und mittels dessen die Endposition des Kolbens im Zylinder veränderbar ist. Die Höhenverstellung ist somit mit in das Federbein integriert.

Damit kann die Gesamthöhe des Fahrzeuges auf einfache Weise (mittels Handpumpe oder automatisch) verstellt werden. Ferner ist ein vollautomatischer Radverschleißausgleich möglich (HP-Feder und Notfeder werden gleichzeitig nachgestellt).

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Federelement nach Anspruch 16 und/oder nach einem der kennzeichnenden Teile der Ansprüche 17 bis 24 ausgeführt ist.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand eines in der Figur dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Längsschnittdarstellung durch ein HP-Federbein mit mechanischem Endanschlag in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2: Längsschnittdarstellung durch ein HP-Federbein mit hydraulischem Endanschlag in einer ersten Ausführungsform.

Fig. 3: Systemschaubild der elektronischen Regelung der Kolbenposition eines HP-Federbeins in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 4: Systemschaubild der mechanisch-hydraulischen Regelung der Kolbenposition eines HP-Federbeins in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 5: Längsschnittdarstellung durch ein HP-Federbein in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 6: vergrößerte Darstellung eines HP-Federbeins in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 7: Systemschaubild der elektronischen Regelung der Kolbenposition eines HP-Federbeins in einer zweiten Ausführungsform mit manuellem Radverschleißausgleich,

Fig. 8: Systemschaubild der elektronischen Regelung der Kolbenposition eines HP-Federbeins in einer zweiten Ausführungsform mit automatischem Radverschleißausgleich und

Fig. 9: Systemschaubild der elektronischen Regelung der Kolbenposition eines HP-Federbeins in einer zweiten Ausführungsform mit hydraulischem Notfegerspeicher.

Fig. 1 zeigt in einer Längsschnittdarstellung ein Federelement 10 mit einer Notfeder 20 und einem hydropneumatischen Federbein (HP-Federbein) zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeugs. Das HP-Federbein weist den Kolben 30 auf, der längsverschieblich in dem Zylinder 40 geführt ist. In dem Druckraum 42 des Zylinders 40 befindet sich ein Hydraulikmedium, vorzugsweise Öl, das über den Anschluß 60 mit einem

Druckspeicher in Verbindung steht. Die Notfeder 20 umgibt den Zylinder 40 des HP-Federbeins.

In dem Zylinderkopf 44 ist ein Höhensensor 50 aufgenommen, dessen mechanische Rückführung (Weggeber) 52 in horizontaler Richtung beweglich ausgeführt ist. In dem Zylinderkopf 44 befindet sich ferner die vertikale Bohrung 46, in der ein mit dem Kolben 30 verbundener Ansatz 32 beweglich aufgenommen ist. Der Ansatz 32 weist den konisch verlaufenden Bereich 34 auf.

Der Zylinder 40 weist in seinem unteren Endbereich den Ring 70 auf, der gegen einen Reibungswiderstand relativ zum Zylinder 40 bis zu einem Anschlag bewegbar ist, der den Ring 70 in einer untersten Position hält. Der Ring 70 wird durch die Notfeder 20 auf den Anschlag des Zylinders 40 gedrückt. Die Notfeder 20 ist auf ca. 90 % des Fahrzeugebergewichtes vorgespannt.

Im unteren Bereich von Fig. 1 ist die Verstelleinheit 80 dargestellt, die einen Zylinder 90 sowie einen darin verschieblich aufgenommenen Kolben 100 aufweist. Der Kolben 100 sowie der Zylinder 90 begrenzen einen Kolbenraum 110, in den ein unter Druck stehendes Medium einföhrbar ist. Zwischen dem Kolben 100 der Verstelleinheit 80 und dem Kolben 30 des HP-Federbeins befindet sich die Pendelstütze 120, die das HP-Federbein derart abstützt, daß auch Querbewegungen möglich sind.

- Auf der zum HP-Federbein gerichteten Seite des Kolbens 100 weist dieser die Anschlagplatte 130 auf.

Während des Betriebes greift die mechanische Rückführung 52 des Höhensensors 50 die Oberfläche des Ansatzes 32 des Kolbens 30 ab. In dem konisch ausgeführten Bereich 34 wird die mechanische Rückführung 52 proportional zur vertikalen Auslenkung des Ansatzes 32 und damit zur Position des Kolbens 30 bewegt. Oberhalb und unterhalb des Bereiches 34 ändert sich die Position der mechanischen Rückführung 52 nicht, wenn der Ansatz 32 bewegt wird. In diesen

Bereichen meldet der Höhensor 50 lediglich, daß sich der Ansatz 32 oberhalb oder unterhalb des durch den konischen Bereich 34 definierten Einstellbereiches befindet. Mittels dieser Information kann die Regelung das Federbein in den Einstellbereich stellen und hier die gewünschte Position einregeln. Durch diese einfache Art der mechanischen Signalverstärkung ist es zum einen möglich, einen Sensor 50 mit sehr kurzen Hub (Arbeitshub des Federbeins +/- 50 mm; Hub des Weggebers +/- 5 mm) zu verwenden. Zum anderen kann die mechanische Rückführung 52 so angebracht werden, daß sie leicht auswechselbar ist.

Die Regelung erfolgt mittels des aus Fig. 3 ersichtlichen Hydraulikkreises. Meldet der Höhensor 50, daß die aktuelle Position des Kolbens 30 nicht dem Sollwert entspricht, wird das Ölvolume im Kolbenraum 42 erhöht oder verringert. Durch die Anbindung des Kolbenraums 42 bzw. des damit in Verbindung stehenden Druckspeichers 140 an den Hochdruckspeicher wird das Ölvolume im Kolbenraum 42 erhöht, durch eine Anbindung an den Niederdruckspeicher erfolgt eine Verringerung des Ölvolume. Der Kolbenraum 42 der HP-Federbeine steht mit dem Druckspeicher 140 in Verbindung, in dem sich unter Druck stehendes Hydraulikfluid sowie ein vorgespanntes Stickstoffvolume befindet. Eine derartige „Stickstofffeder“ findet sich ferner in dem Hochdruckspeicher, der mittels einer Pumpe mit Öl aus dem Niederdruckspeicher versorgt wird.

Die Ansteuerung der Magnetventile übernimmt eine Kontrollelektronik, die mit den von den Höhensensoren 50 ermittelten Istwerten der Kolbenposition versorgt wird.

Die Höheneinstellung erfolgt mittels des in Fig. 3 dargestellten digitalen Regelkreises. Stimmt der von den Höhensensoren 50 ermittelte Istwert der Kolbenposition mit dem Sollwert überein, erfolgt keine Änderung des Ölvolume und die Magnetventile befinden sich in der Schließposition. Ist die Fahrzeughöhe zu gering, wird mittels der Magnetventile der Hochdruckspeicher mit dem Kolbenraum 42 verbunden, wodurch die Ölmenge im Kolbenraum 42 ansteigt und das Fahrzeug angehoben wird. Ist die gemessene Fahrzeughöhe zu groß, wird der Kolbenraum

42 mittels der Magnetventile an den Niederdruckspeicher angeschlossen und die erforderliche Ölmenge aus dem Kolbenraum 42 abgezogen.

Es besteht die Möglichkeit, durch Softwareänderung nahezu beliebige Regelalgorithmen zu realisieren. Auch ist ein Primärfederausgleich möglich. Des Weiteren bietet das System die Möglichkeit, Raddurchmesseränderungen im Bereich von bis 20 mm automatisch auszugleichen (Raddurchmesser wird über ZSG eingegeben). Durchmesseränderungen > 20 mm werden manuell mittels Handpumpe ausgeglichen.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten System wird das Fahrzeogniveau mittels zweier Weggeber 52 ermittelt.

Im Fehlerfall (z.B. Druckabfall im Hydrauliksystem der HP-Federbeine) übernimmt die Notfeder 20 gemäß Fig. 1 die Federung. Der Ring 70 setzt bei Verringerung der Ölmenge im Kolbenraum 42 auf die Anschlagplatte 130 auf. Die Bewegungen des Zylinders 40 und somit des Wagenkastens bzw. Drehgestells werden gegenüber der Anschlagplatte 130 sodann mittels der Notfeder 20 abgefedert. Im Normalbetrieb steht die Notfeder 20 nicht in Eingriff.

Zum Ausgleich des Radverschleißes wird die in Fig. 1 dargestellte Verstelleinheit 80 betätigt. Diese weist den Kolben 100 auf, dessen Kolbenraum 110 mit einem Hydraulikmedium beaufschlagt wird. Dadurch wird der Kolben 100 sowie mittels der Pendelstütze 120 das gesamte HP-Federbein nach oben verfahren, bis die gewünschte Höhe erreicht ist. Nach diesem Einstellvorgang ist weder eine Neustellung des Höhensensors noch der Notfederhöhe erforderlich.

Fig. 2 zeigt eine alternative Ausführungsform des HP-Federbeins, bei der der Endanschlag der Notfeder 20 hydraulisch ausgestaltet ist. Gleiche Teile sind in Fig. 2 mit denselben Bezugsziffern wie in Fig. 1 gekennzeichnet. Der hydraulische Endanschlag umfaßt einen Hydraulikzylinder 200, der über eine eigene Druckversorgung verfügt oder mit dem Drucksystem des HP-Federbeins in

Verbindung steht. Mittels des Hydraulikzylinders 200 ist die Notfeder 20 auf einen beliebigen Wert vorspannbar. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Notfeder 20 auf das maximale Fahrzeuggewicht vorgespannt. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, das Fahrzeug im Normalbetrieb unter die Notfederhöhe abzusenken, was in bestimmten Anwendungsfällen erwünscht ist. Fällt der Hydraulikdruck ab, senkt sich die Notfeder automatisch ab und steht sodann für den Notbetrieb zur Verfügung. Bei Anbindung des Hydraulikzylinders 200 (Raum B) an den Kolbenraum 42 (Raum A) der HP-Feder wird die Notfeder 20 bei Druckabfall im Kolbenraum 42 freigeschaltet.

Ferner zeigt Fig. 2 die Verstelleinheit 80 in einer Position, in der der Kolben 100 mittels eines geeigneten in dem Kolbenraum 110 befindlichen Druckmediums in dem Zylinder 90 nach oben bewegt wurde. Durch diese Anordnung lässt sich der Radverschleiß problemlos ausgleichen. Dabei wird das gesamte Federbein nach oben verschoben. Eine Neujustierung des Höhensensors oder eines Höhenregulierventils sowie die Neueinstellung der Notfederhöhe sind nicht erforderlich.

Fig. 4 zeigt ein Systemschaubild mit mechanisch-hydraulischer Regelung der Kolbenposition eines HP-Federbeins gemäß Fig. 1. Anstelle des Höhensensors 60 ist ein mechanisch-hydraulisches Höhenregulierventil 210 in das HP-Federbein integriert, wodurch der Vorteil erzielt wird, daß kein separater Regelkreis erforderlich ist. Das Ventil 210 ist an den Hochdruck- sowie an den Niederdruckspeicher angeschlossen und regelt mittels einer mechanischen Rückführung der Position des Kolbens 30 das Ölvolume im Kolbenraum 42 so lange, bis die Fahrzeughöhe dementsprechend ihren Sollwert erreicht hat. Dieses System ist kostengünstiger als das in Fig. 1 dargestellte, ermöglicht jedoch keinen Primärfederausgleich. Die Anordnung der mechanischen Rückführung sowie die Ausführung des Ansatzes des Kolbens entsprechen der zu Fig. 1 erläuterten.

Die Fig. 5 und 6 zeigen eine Längsschnittdarstellung durch ein Federelement mit HP-Federbein in einer zweiten Ausführungsform.

Das HP-Federbein umfaßt den Zylinder 310 sowie den Kolben 320, der in dem Zylinder 310 längsverschieblich geführt ist. Der Kolben 320 weist in seinem zum Kolbenraum 330 gerichteten Endbereich eine Ausnehmung auf, in der das Anschlagelement 400 aufgenommen ist. Das Anschlagelement 400 ist relativ zum Kolben 320 längsverschieblich ausgeführt. Oberhalb des Anschlagelementes 400 befindet sich der weitere Kolbenraum 410, der über den Anschluß 420 mit einem Druckfluid beaufschlagbar ist. Dieses Druckfluid kann, muß jedoch nicht dem Hydraulikmedium des HP-Federbeins entsprechen, das vorzugsweise aus Öl besteht. Der Kolbenraum 330 steht mit der Druckversorgung des HP-Federbeins in Verbindung. Der Anschluß an die Druckversorgung ist mit dem Bezugszeichen 340 gekennzeichnet.

In Reihe zu dem HP-Federbein ist die Schraubenfeder 500 geschaltet, die sich einerseits an einem Vorsprung des Zylinders 310 und andererseits an einer Endplatte 510 abstützt. Im Normalbetrieb des Fahrzeuges sind beide Federelemente, d.h. das HP-Federbein und die Feder 500 in Eingriff, d.h. nehmen an der Abfederung des Fahrzeuges teil.

Die Regelung der gewünschten Fahrzeughöhe erfolgt mittels der aus Fig. 7 ersichtlichen Systemkonfiguration. In der bereits zu Fig. 3 erläuterten Weise wird das Ölvolume in dem Kolbenraum 330 auf den gewünschten Wert eingeregelt. Als Istwertgeber dient ein im Bereich neben den Federbeinen angeordnetes Wegmeßsystem 600, das die Höhe des Federbeins ermittelt.

Wie zu Fig. 5 erläutert und wie aus der vergrößerten Darstellung gemäß Fig. 6 ersichtlich, ist das Anschlagelement 400 längsverschieblich im Endbereich des Kolbens 320 angeordnet. Zum Zwecke des Radverschleißausgleiches wird in den oberhalb des Anschlagelementes 400 befindlichen Kolbenraum 410 ein Hydraulikmedium geführt, wodurch sich der Kolben 320 relativ zum Anschlagelement 400 bewegt und die Fahrzeughöhe entsprechend vergrößert wird. Diese entspricht der Notfederhöhe, die sich ergibt, wenn es in dem

Hydrauliksystem zu einem Fehlerfall kommt, der mit einem Druckverlust im HP-Federbein einhergeht. Das Einführen des Hydraulikmediums über den Anschluß 420 kann manuell mittels Handpumpe oder automatisch mittels eines Regelkreises erfolgen.

Nach Einstellung der gewünschten Notfederhöhe wird das Hydrauliksystem in Betrieb genommen und die Fahrzeughöhe auf den gewünschten Wert eingeregelt. Zu diesem Zweck wird Hydraulikmedium durch die Leitung 350 in den Kolbenraum 330 eingeführt, bis der Sollwert der Fahrzeughöhe erreicht ist.

Fig. 8 zeigt das Hydrauliksystem mit vollautomatischem Radverschleißausgleich. Der Raddurchmesser wird über die ZSG eingegeben. Die Regelelektronik gleicht dann bei jedem Aufrüsten des Fahrzeuges automatisch die Notfederhöhe mit vorgegebenen Raddurchmessern ab.

Der Anschluß des Kolbenraums 410 an den Hochdruckspeicher sowie an den Niederdruckspeicher (gestrichelte Linie in Fig. 8) ergibt sich aus Fig 8 und erfolgt mittels der von der Kontrollelektronik angesteuerten Magnetventile.

Im Fehlerfall, der zu einem Druckverlust im HP-Federbein führt, setzt das Anschlagelement 400 auf den Endbereich des Zylinders 310 auf. Die Federung wird nun ausschließlich von der Feder 500 übernommen. Sie dient somit nicht nur als aktives Federelement während des Normalbetriebes, sondern auch als Notfederelement, so daß eine weitere Notfeder an sich nicht erforderlich ist.

Soll das Fahrzeug im Normalbetrieb unter die Notfederhöhe abgesenkt werden, ist auch bei dieser Ausführung des Federelementes die Anordnung einer hydraulisch vorgespannten Notfeder möglich. Fig. 9 zeigt das entsprechende Hydraulikschaltbild. Der Kolbenraum 410 ist mit einem Notfegerspeicher 700 verbindbar, der unter Druck stehendes Hydraulikmedium sowie ein kompressibles Gas, vorzugsweise Stickstoff umfaßt, das den Notfegerspeicher 700 vorspannt. Im Normalbetrieb ist die Verbindung zwischen Speicher 700 und den Federbeinen

mittels entsprechender Schaltstellung der Druckventile 800 unterbrochen. Herrscht im System der normale Hydraulikdruck, bewirkt dieser, daß die Druckventile 800 nach unten in die Schließstellung bewegt und dort gehalten werden. Fällt der Druck im System ab, öffnen die federbelasteten Druckventile 800 durch Umschaltung in die aus Fig. 9 ersichtliche Position. In dieser Position steht der Speicher 700 mit dem Kolbenraum 410 in Verbindung und es strömt Hydraulikmedium aus dem Speicher 700 in den Kolbenraum 410. Hierdurch wird der Kolben bis zur Ausschlagbegrenzung ausgeschoben, wodurch das Fahrzeug auf Notfederhöhe angehoben wird. Herrscht der normale Systemzustand, liegt der Rücklauf am Kolben an; herrscht kein Systemdruck, liegt der Druck des Speichers 700 am Kolben an.

20.08.2003

02321-03 He/nm/dn

**Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH**  
**88161 Lindenberg/Allgäu**

---

**Federelement**

---

**Patentansprüche**

1. Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß das hydropneumatische Federbein ein hydraulisches Höhenregulierventil oder einen mit einem Regelkreis in Verbindung stehenden oder verbindbaren Höhensorer umfaßt, mittels derer die Position des Kolbens in dem Zylinder regelbar bzw. erfassbar ist.
2. Federelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Höhenregulierventil und der Höhensorer eine mechanische Rückführung aufweisen, welche ausschließlich oder auch im Einstellbereich des Federbeins ein von der Position des Kolbens abhängiges Signal abgibt.

3. Federelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanische Rückführung ausschließlich im Einstellbereich des Federbeins ein von der Position des Kolbens abhängiges Signal abgibt, während die Position der mechanischen Rückführung oberhalb und unterhalb des Einstellbereichs konstant ist.
4. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben einen zumindest abschnittsweise konisch ausgeführten Ansatz aufweist, und daß das Höhenregulierventil und der Höhensensor eine mechanische Rückführung aufweisen, die mit der Oberfläche des Ansatzes zumindest in dem konischen Bereich in Berührung steht und eine von der Position des Ansatzes abhängige Auslenkung erfährt.
5. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Zylinderkopf eine sich in Längsrichtung des Zylinders erstreckende Bohrung angeordnet ist und daß sich die mechanische Rückführung des Höhenregulierventils oder des Höhensensors in einer sich dazu senkrecht erstreckenden Bohrung des Zylinderkopfes befindet.
6. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Notfeder vorgesehen ist, die in das Federbein derart integriert ist, daß die Baulänge des Federbeins durch die Notfeder nicht vergrößert wird.
7. Federelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Notfeder und das Federbein konzentrisch angeordnet sind und daß die Notfeder den Zylinder des Federbeins umgibt.
8. Federelement nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Notfeder vorgespannt ist.

9. Federelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Notfeder mittels eines mechanischen Endanschlages oder mittels eines Hydraulikzylinders vorgespannt ist.
10. Federelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Hydraulikzylinder mit dem Kolbenraum des Zylinders des Federbeins in Verbindung steht.
11. Federelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke des Radverschleißausgleiches eine mit dem Federbein in Reihe angeordnete Verstelleinheit vorgesehen ist, die in Bewegungsrichtung des Federbeins höhenverstellbar ist und auf der sich der Kolben oder der Zylinder des Federbeins abstützt.
12. Federelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinheit einen in einem Hydraulikzylinder geführten Kolben umfaßt, der in Bewegungsrichtung des Federbeins höhenverstellbar ist und auf dem sich der Kolben oder der Zylinder des Federbeins abstützt.
13. Federelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgleichspendel vorgesehen ist, der mit seinem einen Endbereich mit dem Kolben des Federbeins und mit seinem anderen Endbereich mit dem Kolben des Hydraulikzylinders in Verbindung steht, wobei die Endbereiche des Ausgleichspendels sphärisch ausgebildet sind, so daß eine Bewegung des Federbeins quer zur Bewegungsrichtung des Kolbens möglich ist.
14. Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht,

**dadurch gekennzeichnet**, daß eine mit dem Federbein in Reihe angeordnete Verstelleinheit vorgesehen ist, die in Bewegungsrichtung des Kolbens des Federbeins höhenverstellbar ist und auf der sich der Kolben oder der Zylinder des Federbeins abstützt.

15. Federelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Federelement nach Anspruch 1 und/oder nach dem kennzeichnenden Teil eines der Ansprüche 2 bis 13 ausgeführt ist.

16. Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein weiteres Federelement vorgesehen ist, das mit dem Federbein in Reihe geschaltet ist und unabhängig von der Position des Kolbens des Federbeins in Eingriff steht.

17. Federelement nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Federelement als Schrauben- oder Gummifeder ausgeführt ist.

18. Federelement nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschlagelement vorgesehen ist, das in Richtung der Bewegung des Kolbens im Zylinder längsverschieblich ausgeführt ist und mittels dessen die Endposition des Kolbens im Zylinder veränderbar ist.

19. Federelement nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Anschlagelement in dem zu dem Kolbenraum gerichteten Endbereich des Kolbens vorgesehen ist.

20. Federelement nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Kolbenraum vorgesehen ist, der mit dem Anschlagelement in dessen vom Kolbenraum des Zylinders des Federbeins abgewandten Endbereich in Verbindung steht und in dem ein Druckfluid aufgenommen ist oder aufnehmbar ist.
21. Federelement nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Anschlagelement wenigstens teilweise in einer Ausnehmung des Kolbens des Federbeins aufgenommen ist.
22. Federelement nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausfall des Hydraulikdruckes des Federbeins der weitere Kolbenraum mit einem Hydraulikfluid enthaltenden Druckspeicher verbindbar ist.
23. Federelement nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicher ein kompressibles Gasvolumen enthält.
24. Federelement nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß druckgesteuerte Ventile vorgesehen sind, die den Druckspeicher mit dem weiteren Kolbenraum verbinden, wenn der Hydraulikdruck des Federbeins einen vorgegebenen Wert unterschreitet.
25. Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß ein Anschlagelement vorgesehen ist, das in Richtung der Kolbenbewegung längsverschieblich ausgeführt ist und mittels dessen die Endposition des Kolbens im Zylinder veränderbar ist.

26. Federelement nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Federelement nach Anspruch 16 und/oder nach einem der kennzeichnenden Teile der Ansprüche 17 bis 24 ausgeführt ist.

20.08.2003

02321-03 He/nm/dn

**Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH**  
**88161 Lindenberg/Allgäu**

---

**Federelement**

---

**Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Federelement mit einem hydropneumatischen Federbein zur Anordnung zwischen Drehgestell und Wagenkasten eines Schienenfahrzeuges, wobei das Federbein einen in einem Zylinder verschieblich aufgenommenen Kolben umfaßt, wobei der Kolben oder der Zylinder mit dem Drehgestell und das andere der Bauteile mit dem Wagenkasten verbindbar ist und wobei der Kolbenraum des Zylinders mit einem Druckspeicher in Verbindung steht.

Ein Federbein, das bedienungs- und wartungsfreundlich ist und keiner nennenswerten Verschmutzung unterliegt, wird dadurch bereitgestellt, daß das hydropneumatische Federbein ein hydraulisches Höhenregulierventil oder einen mit einem Regelkreis in Verbindung stehenden oder verbindbaren Höhensor umfaßt, mittels derer die Position des Kolbens in dem Zylinder regelbar bzw. erfaßbar ist.